

корегувальних дій ERPN, яка здійснюється наступним чином

$$E_{RPN} = \frac{I_{RPN_i} - I_{RPN_r}}{I_{RPN_i}}, \quad (2)$$

де I_{RPN_i} – значення індексу RPN до впровадження корегувальних дій;

I_{RPN_r} – переглянуте значення індексу RPN після реалізації запланованих заходів.

Отримане значення дозволяє зробити висновок про зміну ризику виникнення відмови та ефективності впровадження корегувальних заходів.

Fault Tree Analysis – це відомий метод побудови «дерева відмов», в основу якого покладено логіко-ймовірнісний підхід. Побудова графічної структури дерева відмов ґрунтується на визначення при-чинно-наслідкових зв'язків між небажаною подією та причинами, що призвели до її виникнення. Такий зворотній підхід дозволяє винайти «слабкі місця» статичної системи та дати оцінку її надійності.

Отже, оцінка виробничих ризиків формує інформаційну базу для прийняття керівних рішень як на етапі проектування нового обладнання чи технологічного процесу, так і для системи, що вже функціонує, що, в свою чергу, дозволяє підвищити загальний рівень безпеки.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ ЗАБРУДНЕНЬ У ГРУНТІ З КРУГОВОГО ДЖЕРЕЛА НА ПОВЕРХНІ

В. Є. ГОНЧАРУК, канд. фіз.-матем. наук, *ст. наук. співроб., доцент кафедри безпеки життєдіяльності*

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Ю. І. БІЛУЩАК, канд. тех. наук, *молод. наук. співроб.*

Є. Я. ЧАПЛЯ, д-р фіз.-матем. наук, проф., *Заслужений діяч науки і техніки України, головн. наук. співроб.*

О. Ю. ЧЕРНУХА, д-р техн. наук, проф., *завідувач відділом математичного моделювання нерівноважних процесів*

Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, м. Львів,

Інститут механіки і прикладної інформатики Університету Казимира Великого в Бидгощі, Польща

Особливості просторового перерозподілу домішок у значній мірі залежить від фізико-хімічного стану, в якому перебувають частинки, процесів їхньої локальної трансформації в системі «грунт-вода», структурних особливостей середовища, впливу зовнішніх факторів. Оцінка ступеня забрудненості природного середовища та прогноз щодо поширення шкідливих домішок є актуальними та важливими проблемами екології та безпеки життєдіяльності людини. У зв'язку з цим метою роботи є побудова адекватних фізико-математичних моделей переносу шкідливих речовин у приповерхневих

шарах Землі, проведення кількісних досліджень переносу домішок у ґрунтах та розробка на цій основі ефективних методик оцінки і прогнозування динаміки забрудненості природного середовища.

Радіонукліди у ґрунті перебувають у наступних фізико-хімічних формах: паливних частинках, водорозчинній, обмінно-сорбованій та фіксованій формах. У результаті дії ґрунтових розчинів і життєдіяльності живих організмів між різними формами радіонуклідів проходять різноманітні обмінні процеси, що приводять до трансформації однієї форми в іншу. Рухомі фракції радіонуклідів: водорозчинна та іонно-сорбована, утворюються в результаті вилуговування радіонуклідів з паливомісних, так званих «гарячих», частинок. Необмінно-сорбована (фіксована) форма утворюється у результаті двох протилежних процесів: вилуговування з «гарячих» частинок радіонуклідів і фіксація їх твердою фазою ґрунту. Причина фіксації – взаємодія іонів радіонуклідів з кристалічною ґраткою деяких компонентів глинистих матеріалів.

За швидкостями міграції виділяють, як правило, дві групи радіоактивних частинок – іони, які знаходяться у поровому розчині, та іони, що частково зв'язані в адсорбованій воді на поверхні скелету ґрунту або зв'язані безпосередньо зі скелетом ґрунту.

Отже, прогнозування поширення забруднюючих частинок у ґрунтах та оцінка захищеності ґрунтових вод від поверхневих забруднень базується на певних модельних уявленнях про їх локальний і просторовий перерозподіл у приповерхневих шарах Землі. Тоді домішкові частинки знаходяться в різних фізичних станах, перебуваючи в області гравітаційно рухомого водного порового розчину, адсорбції і зв'язаних зі скелетом шарів води та області самого скелету. У цих станах частинки мають різну рухливість, характеризуються різними коефіцієнтами концентраційного розширення, тощо. Запропоновано низку математичних моделей для опису поширення радіонуклідів у ґрунтах. Кожна з них враховує певні фізико-хімічні форми радіонуклідів, їхню трансформацію та способи міграції. До таких моделей відносять модель гетеродифузії кількома шляхами з урахуванням переходів частинок з одного стану в інший та пасток на одному з них (фіксація іонів у кристалічній ґратці); гетеродифузія кількома шляхами з урахуванням тільки взаємних переходів частинок з одного стану в інший. Крім міграції радіонуклідів, зумовленої дифузійними процесами, у ґрунтах має місце переміщення радіонуклідів у іонній формі з ґрунтовим розчином, перенесення радіонуклідів, адсорбованих на мікročастинках, розміром 0,1-1 мкм та на колоїдних частинках. Ці явища описуються моделями з урахуванням їхнього конвективного перенесення.

Залежно від властивостей конкретного радіонукліда і переважаючих його фізико-хімічних форм у даному типі ґрунту для дослідження міграції радіонуклідів у природних об'єктах вибирається та чи інша математична модель. Кожна математична модель повинна враховувати найбільш суттєві ефекти та параметри дослідження для конкретного випадку.

Розглянуто крайові задачі гетеродифузії домішок, подані у двовимірних постановках, зокрема, при дії розподіленого (кругового) джерела маси на поверхні (рис. 1), а також практично важливі часткові модельні варіанти – математичну модель дифузії у середовищі з пастками та з ефективними характеристиками. На основі знайдених розв’язків крайових задач розроблено програмне забезпечення і досліджено вплив фізичних характеристик тіла на розподіли сумарних концентрацій домішок для гетеродифузного переносу, дифузії у середовищі з пастками та в середовищі з ефективними характеристиками, зроблено порівняльний аналіз відповідних розподілів для цих модельних випадків. Зокрема показано, що параметр, який найбільше впливає як на якісні так і на кількісні розподіли сумарної концентрації в дрібнодисперсному середовищі, є частка домішкової речовини, яка з поверхні поступає на швидкий шлях дифузії.

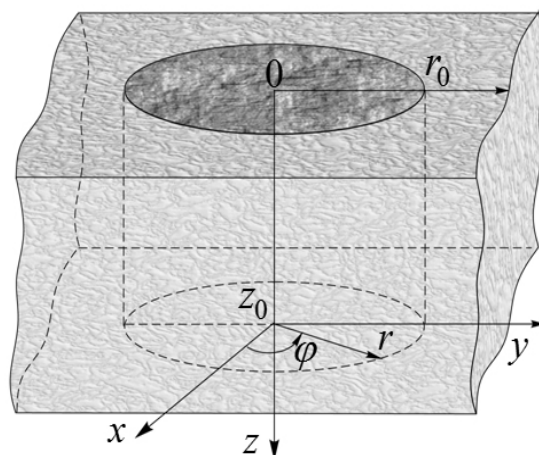


Рисунок 1 – Область гетеродифузії домішки з кругового джерела на поверхні

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ, УПРАВЛЯЕМЫХ ЧЕЛОВЕКОМ

Г. В. МИГАЛЬ, канд. техн. наук

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

Обеспечение работоспособности, надежности и безопасности сложных систем, управляемых человеком (систем «человек-машина-среда» (СЧМС), транспортных, технологических и энергетических комплексов) непосредственно зависит от процесса съема и обработки информации, в которой отображается динамика функционирования всех ее подсистем. Формирование и развитие любой системы есть процесс взаимной адаптации элементов системы между собой и системы в целом с внешней средой. Нарушение же согласованности функционирования СЧМС вследствие изменения работоспособности человека как ее подсистемы снижает эффективность управления и безопасность. Поэтому поиск средств выявления закономерностей взаимной адаптации подсистем человека, машины и среды является актуальным. Для этого необходим универсальный подход к исследованию динамики всех подсистем СЧМС, включая и человека, и поиск универсальных средств анализа динамики процессов взаимной адаптации между ними.